**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**

**ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Первый заместитель министра образования и науки  Донецкой Народной Республики  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.Н. Кушаков  \_\_\_\_.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. | **УТВЕРЖДЕНО**  Ректор,  доктор технических наук,  профессор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_К.Н. Маренич  \_\_\_.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

**кандидатского экзамена для обучающихся по программам дополнительного профессионального образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»  
по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

Донецк – 2018

Программа-минимум кандидатского экзамена   
по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»

по специальности 25.00.20 «**«Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

Разработчики Программы-минимум:

Рева В.Н., ведущий научный сотрудник сектора защитных пластов и управления состоянием горного массива отдела горного давления, д.т.н., проф.

Кравченко А.В.**,** старший научный сотрудник отдела прогноза и борьбы с газодинамическими явлениями в шахтах, кандидат технических наук, к.т.н.

Рецензенты Программы-минимум:

Новиков А.О., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», д.т.н., профессор

Борщевский С.В., декан горного факультета, д.т.н., профессор

Программа-минимум рассмотрена на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол № 8 от 26.04.2018г.

Зав. кафедрой маркшейдерского дела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н.Грищенков

**Введение**

Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработана с целью обеспечения подготовки научных и научно-педагогических кадров и аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в соответствии с Положением о номенклатуре научных работников и Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденными Постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 26 апреля 2017 года № 6-17 «Об утверждении Номенклатуры специальностей научных работников».

1. **Геомеханика**

Основные представления о геомеханике как науке, о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.

Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Модели массива. Иерархично-блочное строение массивов. Масштабный эффект и масштабные уровни. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.

Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натурных условиях.

Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород. Оценка компонентов тензора напряжений в заданных точках. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские и геодезические методы, в том числе методы космической геодезии.

Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натурных условиях. Физическое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования.

Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи.

Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ.

Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

Понятие о сейсмических волнах, их параметры и сейсмические воздействия на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами.

Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности и выбросоопасности пород.

Сдвижение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвижения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвижения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

**2. Разрушение горных пород**

*Разрушение горных пород взрывом.* Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непредохранительных и предохранительных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности.

Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

*Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок.* Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

*Разрушение негабаритов:* Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

*Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами.* Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами.

Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости.

Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров.

Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

*Разрушение горных пород электрофизическими способами.*

Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов содержащихся в породе влаги или минералов.

Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоемкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).

*Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления.* Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления.

Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

*Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями.* Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды.

*Гидромеханическое разрушение угля и горных пород.* Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струёй воды и различными типами механического инструмента. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

*Дробление горной массы:* типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.

*Измельчение горной массы:* типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

3. Рудничная аэрогазодинамика

*Рудничная газодинамика шахт и рудников.* Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие.

Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовыделением. Способы дегазации и их эффективность. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха.

Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах.

Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса.

Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.

Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии.

Стратифицированные потоки. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона.

Статика и динамика рудничных вентиляционных систем. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхаля, Фруда, Шмидта, Эйлера.

*Аэрология карьеров.* Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения. Методы и средства контроля состояния атмосферы.

Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера.

Основы аэромеханики и газовой динамики. Физические свойства воздуха. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака.

Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера). Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания.

Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах. Основы проектирования вентиляции карьеров.

**4. Горная теплофизика**

*Основы термодинамики горных пород.* Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.

*Тепломассоперенос.* Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Ловаля. Температура адиабатного торможения потока. Основной закон теплопроводности. Дифференциальной уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.

*Тепло земных недр.* Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.

*Теплообмен в горных выработках.* Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.

*Промерзание связных пород на открытых разработках.* Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий.

*Оттаивание связных пород на открытых разработках.* Оттаивание прямым нагревом. СВЧ - методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения). Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника и технология, область применения).

*Замораживание пород при строительстве подземных сооружений.* Тепломассоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.

*Термическое разрушение горных пород.* Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР. Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).

*Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых на основе теплофизики*. Подземная выплавка серы (условия применения, тепловой баланс, расчет параметров, техника и технология).

Подземная газификация твердого топлива (частичная и полная газификация угля, механизм газификации, канал газификации, его формирование и пространственно временные параметры, техника и технология подземной газификации угля).

*Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу.* Обжиг окатышей и брикетов, агломерация руд (механизм спекания, восстановительные и окислительные процессы, расчет параметров нагрева с учетом фазовых переходов и тепловых эффектов, техника и технология).

*Сушка горной массы.* Поверхностная и полная сушка (тепловой баланс, тепло- и массообмен, техника и технология, область применения).

## Рекомендуемая основная литература

**Литература к разделу 1**

1. Алексеев А.Д. Физика угля и горных процессов К.: Наукова думка, 2010. - 423 с.

2. Баклашов И.В. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2-т. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004 – Т.1. Основы геомеханики – 208 с.

3. Баклашов И.В. Картозия Б.А., Шашенко А.Н., Борисов В.Н. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2-т. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004 – Т.2. Геомеханические процессы – 249 с.

4. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М., Недра, 1989, 360 с.

5. Берон А.А. Свойства горных пород при разных видах и режимах наргужения/ А.И. Берон, Е.С. Ватолин, М.И. Койфман, М.П. Мохначев, С.Е. Чирков, под. ред. А.И. Берона. М.: Недра, 1984. – 276 с.

6. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Учеб. для Вузов, - 2-е изд., М., Недра, 1994, 270 с.

7. Викторов С.Д. и др. Сдвижение и разрушение горных пород. / С.Д. Викторов, М.А. Иофис, С.А. Гончаров; [Отв. ред. К.Н. Трубецкой]. - М. : Наука, 2005. - 277 с.

8. Гусев В.Н., Волохов Е.М.. Сдвижение и деформации горных пород: Учеб. пособие / В.Н.Гусев, Е.М.Волохов. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2003. 83 с.

9. Забигайло В.Е. и др. Геологические условия выбросоопасности угольных пластов Донбасса /Забигайло В. Е., Широков А. З., Кратенко Л. Я., Лукинов В. В., Стовас Г. М. — Киев: Наук. думка, 1980. — 192 с.

10. Иванов Б.М., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов М.: Наука, 1979. — 195 с.

11. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.H., Айруни А.Т. Фундаментально прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. M.: Изд-во Академии горных наук, 2000. -519 с.

12. Петухов И.М., Батугина И.М. Геодинамика недр. – М.: Недра коммюникешенс ЛТД, 1999. – 256 с.

13. Теория защитных пластов. М.: Недра, 1976. - 224с./Авт. И.М Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, И.А. Фельдман.

14. Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. Учебник для Вузов. – М., Недра, 1991, 368с.

15. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах. М.: Недра, 1985. — 271 с.

16. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. М.: Недра, 1979. — 301 с.

17. Новик Г.Я., Зильбершмидт М.Г. Управление свойствами пород в процессах горного производства. – М.: Недра, 1994. – 224с.

18. Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика: Учебник для вузов. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. - 438с.

19. Ржевский В.В., Новк Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978. – 390 с.

20. Алексеев А.Д., Зайденварг В.Е., Синолицкий В.В., Ульянова Е.В. Радиофизика в угольной промышленности. Москва: Недра, 1992. – 184 с.

21. Волошин Н.Е. и др. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса в 1906-2007 г.г. (Справочник)

22. Ямщиков В.С. Ультразвуковые и звуковые методы исследования горных пород Москва: Московский институт радиоэлектроники и горной электромеханики, 1974. — 72 с. Под научной редакцией проф., докт. техн. наук. В. В. Ржевского.

23. Лавров А.В., Шкуратник В.Л., Филимонов Ю.Л. Акустоэмиссионный эффект памяти в горных породах. М.: МГГУ, 2004 – 437 c. Скачала, нужно ли вставить в литру

**Литература к разделу 2**

1. Броек Д. Основы механики разрушения Пер. с англ. М.: Высш. школа, 1980. - 368 с.

2. Ганапольский М.И., Барон В.Л., Беллин В.А., Пупков В.В., Сивенков В.И. Методы ведения взрывных пород. Специальные взрывные работы: Учебное пособие/Под ред. Проф. В.А. Беллина – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007 – 653 с.

3. Гарбер И.С., Григорьев В.Е., Дупак Ю.Н. и др. Разрывные нарушения угольных пластов (по материалам шахтной геологии). Л.: Недра, 1979. -190 с.

4. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004 – 222с.

5. Комащенко В.И. Взрывные работы: Учеб. для вузов/ В.И. Комащенко, В.Ф. Носков, Т.Т. Исмаилов. – М.: Высш.шк., 2007. – 439с.

6. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом. Учебник для вузов. 2-е изд. стер. М.: Горная книга, 2009. - 471 с.

7. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. Учебник для вузов. 2-е изд. стер. М.: Горная книга, 2008. - 512 с.

8. Теория защитных пластов. М.: Недра, 1976. - 224с./Авт. И.М Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, И.А. Фельдман.

9. Шевцов Н.Р., Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь А.Г. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – 4-е издание переработанное и дополненное – Донецк:, 2003. – 253 с.

10. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах., М., Недра, 1976, 272 с.

11. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. Изд-во «Недра». Главная редакция физико-математической литературы, М., 1974, 640с.

12. Крюков Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч. II. Разрушение горных пород при бурении. Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу. Ударно-вращательный способ бурения. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. — 106 с.

**Литература к разделу 3**

1. Абрамов Ф.А., Грецингер Б.Е., и др. Аэрогазодинамика выемочного участка 1972 г.

2. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы c рудничными газами на больших глубинах М.: Недра, 1981. -335 с.

3. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. - М.: Недра, 1987 г.

4. Бодягин М.Н. Рудничная вентиляция. М.: Недра, 1967. – 319с.

5. Мясников А.А., Патрушев М.А.. Основы проектирования вентиляции угольных шахт. – М.: Недра, 1971. – 232 с.

6. Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Литвиненко А.А., Муха О.А. Аэрология горных предприятий. Учебное пособие. - Днепропетровск: НГУ, 2015. –206 с.

7. Голинько В.И.. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266с.

**Литература к разделу 4**

1. Алексеев А.Д. Физика угля и горных процессов К.: Наукова думка, 2010. - 423 с.

2. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. Учебник, М.,Недра,1991.

3. Лыков А.В. Тепломассообмен. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1978. - 480 с.

4. Венгеров Р. Теплофизика шахт и рудников. Математические модели. Т.1. Анализ парадигмы. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. - 632

5. Венгеров Р. Теплофизика шахт и рудников. Математические модели. Т.2. Базисные модели. – Донецк: Донецк: Донбасс, 2012, 2012. - 684

6. Бобров А.И., Аверин Г.В. Теоретические основы переноса импульса, тепла и примеси в горных выработках. - Макеевка-Донбасс: Изд-во МакНИИ,-1994.-270с.

**СОГЛАСОВАНО:**

**Начальник отдела аттестации педагогических,**

**научно-педагогических и научных кадров**

**Министерства образования и науки И.П. Масюченко**

**Проректор по научной работе Ю.Ф. Булгаков**

**Утверждено Ученым советом университета 08.09.2017 г., протокол № 8.**